

TERREMOTO DE ARMENIA, COLOMBIA, ENERO 25 DE 1999

*Omar Darío Cardona Arboleda*¹

RESUMEN

Recientemente, la zona cafetera de Colombia fue afectada por un terremoto de magnitud moderada, que causó graves daños a las ciudades de Armenia y Pereira y un amplio número de poblaciones menores en sus alrededores. La severidad de los daños en Armenia se explica aparentemente debido a la superficialidad del evento, a su cercanía a la ciudad y a la amplificación sísmica causada por la presencia de suelos blandos y formas topográficas favorables para el efecto. Los daños en las edificaciones ratificaron las enseñanzas de otros sismos en relación con el mal comportamiento de edificaciones frágiles de mampostería no reforzada y de entramados de concreto reforzado que no cumplen con normas de diseño y construcción sísmo resistente. Se pudo constatar la influencia adversa de elementos no estructurales sobre las estructuras y de las irregularidades de masa y rigidez; aspectos principales por los cuales se había actualizado la normativa sísmo resistente colombiana recientemente. Por otra parte, aunque en general el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres reaccionó de manera satisfactoria una vez se detectó que el evento superó la capacidad del nivel local, se puso a prueba la capacidad de convocatoria y coordinación de la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, demostrándose su debilidad política, técnica y operativa, dado que las instituciones nacionales respondieron independientemente de acuerdo con sus planes de respuesta sin la orientación y el apoyo de este importante ente coordinador.

SUMMARY

Recently, an earthquake of moderated magnitude struck the "coffee zone" in Colombia. The event caused heavy damages in Armenia City, Pereira City and in many villages around. Damage severity may be explained in Armenia because the event occurred near to surface, close to the city, and the seismic amplification as result of soft soils and topographic forms. The building damages ratified the lessons learned in other earthquakes with reference to the bad behavior of fragile non-reinforced buildings and reinforced concrete frames built without earthquake resistant construction requirements. The adverse interaction between structural and nonstructural elements and bad influence of stiffness and mass irregularities of buildings was verified; main issues why the Colombian building seismic code was updated recently. In the other hand, although the National System for Risk Mitigation and Disaster Preparedness responded in a satisfied way, on the whole, it was proved that the capability of the National Directorate for Risk Mitigation and Disaster Preparedness to convene and coordinate the national system were weak. Once it was detected that the event over passed the local level capacity response, it shows its political, technical and operational weakness, because the other national agencies responded lonely according to their emergency response plan without the leadership and support of that important coordination agency.

Artículo recibido el 19 de marzo de 1999 y aprobado para su publicación el 26 de mayo de 1999. Se aceptarán comentarios y/o discusiones del artículo hasta cinco meses después de su publicación.

¹ *Presidente, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS*

DESCRIPCIÓN DEL SISMO

Localización geográfica

El 25 de enero de 1999, a las 1:19 p.m. hora local (18:19 GMT), se presentó un terremoto de 6.2 M_L en la zona Centro-Occidental de Colombia (4.41° N, 75.72° W, fig 1). Dicho evento causó graves daños en la ciudad de Armenia (270,000 hab.), capital del Departamento de Quindío; en la ciudad de Pereira (380,000 hab.), capital del Departamento de Risaralda, y en un amplio número de pequeños poblados (35) alrededor de estas ciudades en varios departamentos. El sismo afectó principalmente a las poblaciones de la zona cafetera de Colombia.

El terremoto fue registrado en tiempo real, por la Red Sismológica Nacional vía satélite del Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química, INGEOMINAS, por el Observatorio Sismológico del SurOccidente, OSSO, y por la Red Sismológica del Eje Cafetero. A las 5:40 p.m. hora local del mismo día, se presentó una réplica de $M_L = 5.8$, que causó el colapso de un número significativo de edificaciones que habían quedado debilitadas por la acción del sismo principal.

Sismología y tectónica

Desde el punto de vista sismológico, el evento es un sismo modesto en magnitud que no permite a grandes distancias lograr registros telesísmicos adecuados para estudiar de manera confiable la directividad, la longitud de ruptura y otros parámetros característicos. Aun cuando varias estaciones sismográficas de banda ancha y amplio intervalo dinámico registraron el sismo en la red del proyecto MIDAS al norte y en otras estaciones al sur del continente, su corta distancia relativa no facilita que se puedan obtener registros “limpios” y, por lo tanto, no existen condiciones óptimas para su evaluación telesísmica. Sin embargo, los estudios sismotectónicos preliminares de campo y la red portátil de sismógrafos que se instaló en la zona epicentral indican que el terremoto ocurrió posiblemente a una profundidad de menos de 15 kilómetros en una falla denominada Cauca-Almaguer, 16 kilómetros al sur de Armenia y 48 kilómetros al sur de Pereira. Esta falla, de la cual no se tuvo evidencia de ruptura en la superficie, hace parte del corredor de fallas que conforman el sistema Romeral, que cruza a Colombia de sur a norte a lo largo de los valles de los ríos Cauca y Patía, bordeando el piedemonte occidental de la Cordillera Central, en una longitud mayor a 1000 kilómetros. El mecanismo focal, de acuerdo con observaciones preliminares internacionales, corresponde a una falla sentido N10E, casi vertical (busamiento 60°-70° hacia el este), esencialmente de rumbo senestral; con el otro plano aproximadamente E-W. El hipocentro fue confinado mediante una red portátil de sismógrafos, que permitió mediante el registro de las réplicas precisar paulatinamente el sitio de origen y la posible propagación de la ruptura hacia el norte.

Terremoto de Armenia, Colombia, enero 25 de 1999

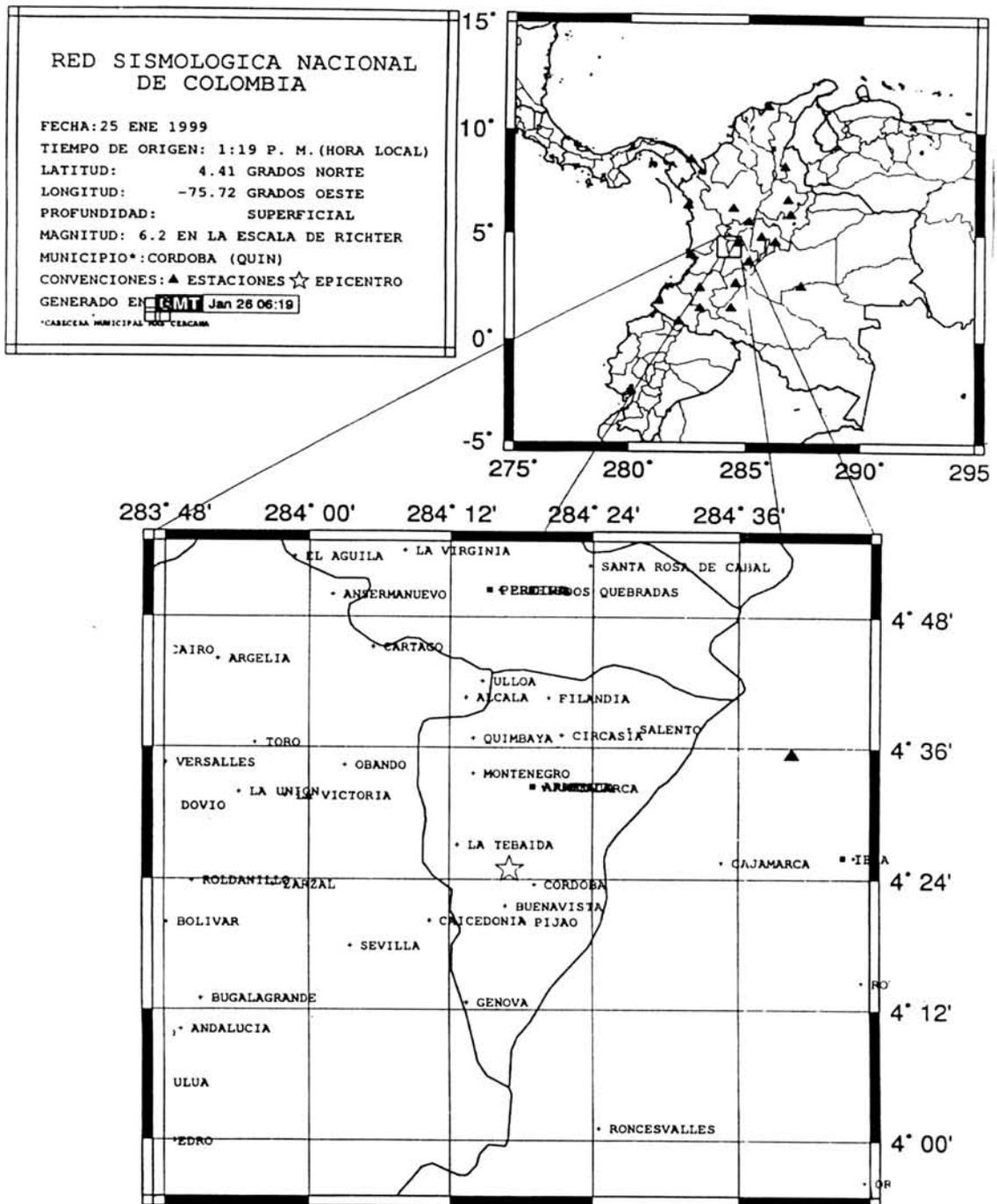


Fig 1. Localización geográfica del epicentro en el Departamento de Quindío (Ingeominas)

Registros de aceleración

La aceleración registrada en Armenia en suelos de cenizas volcánicas de alta plasticidad, de aproximadamente 30 metros de espesor, fue del orden de 0.6 g y en Pereira en un relleno artificial alcanzó una aceleración de 0.30 g, lo que indica que se presentó una amplificación notable en los suelos blandos, dado que en roca se registró 0.08 g. La aceleración vertical fue igualmente alta. En la ciudad de Armenia se registró 0.45 g. En las figuras 2 a 5 se presentan algunos de los registros antes mencionados y sus respectivos espectros de respuesta elástica, particularmente los de la Universidad del Quindío en Armenia y la estación Bocatoma, ubicada a 10 km al este de la ciudad de Pereira.

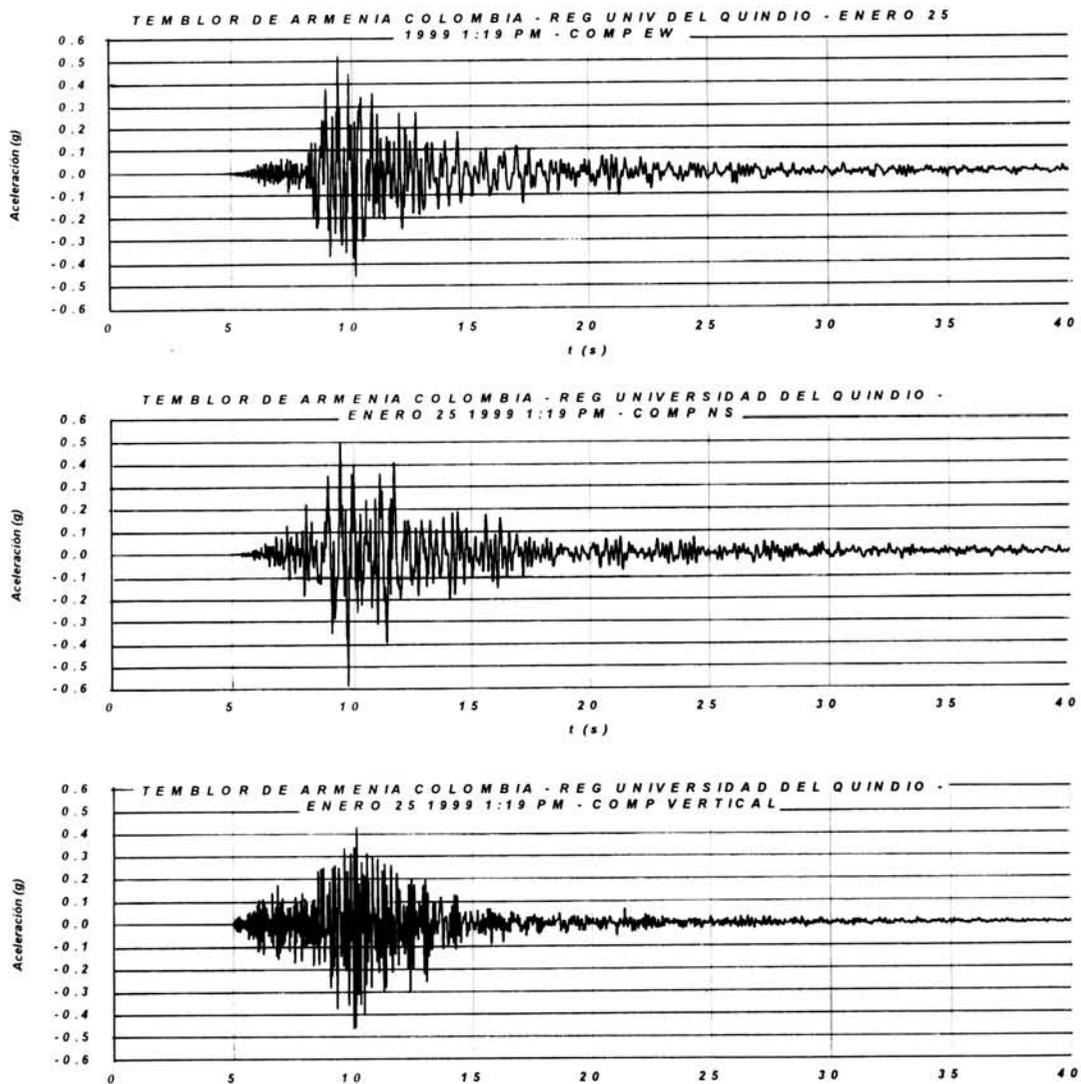


Fig 2. Registros acelerográficos en la Universidad del Quindío

Terremoto de Armenia, Colombia, enero 25 de 1999

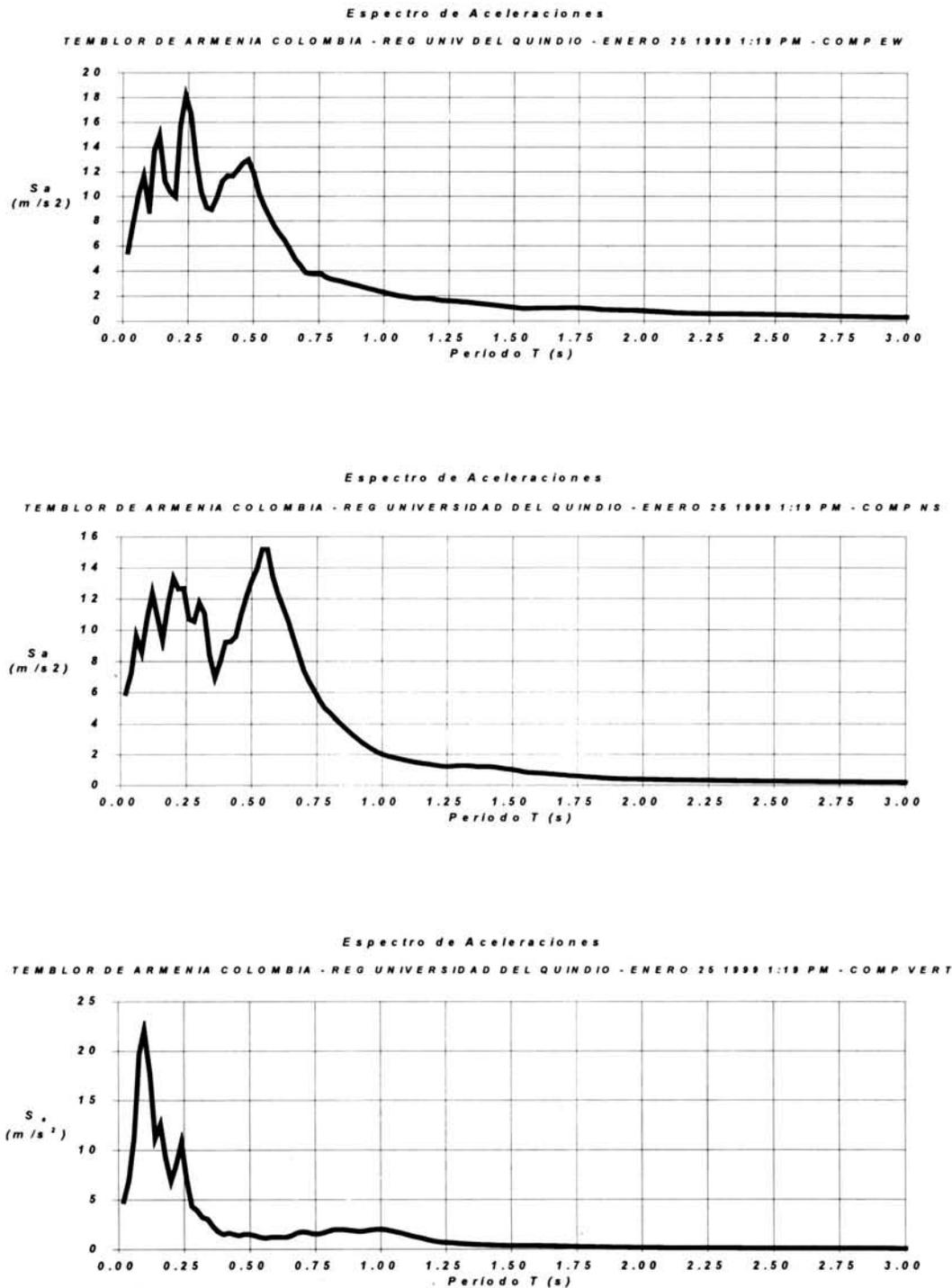


Fig 3. Espectros de respuesta de aceleraciones de los registros de la Univesidad del Quindío

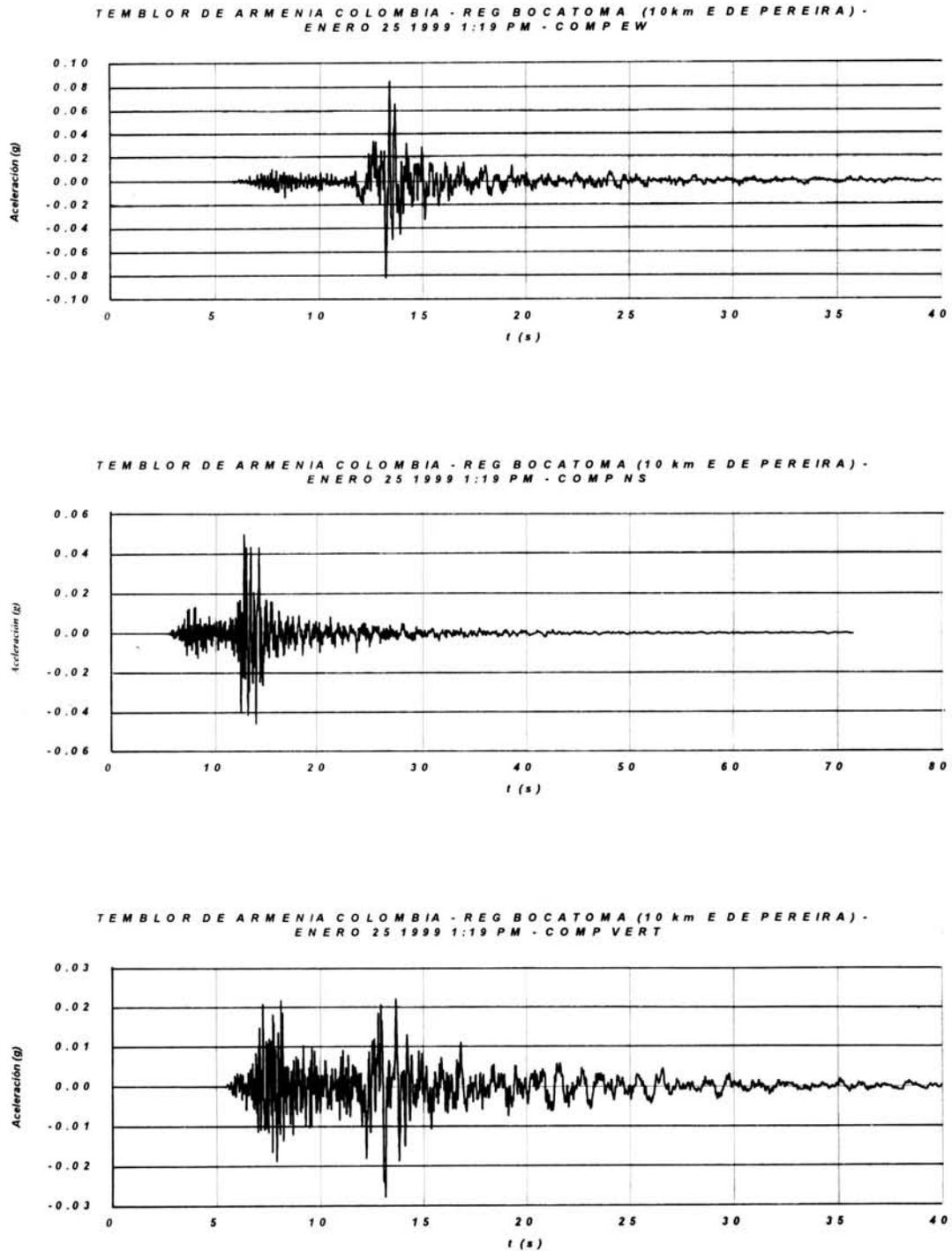


Fig 4. Registros acelerográficos de la estación Bocatomá

Terremoto de Armenia, Colombia, enero 25 de 1999

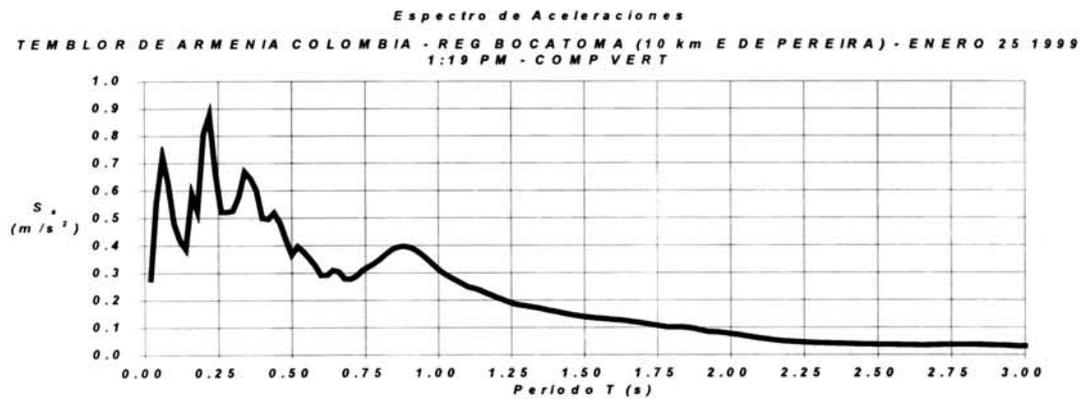
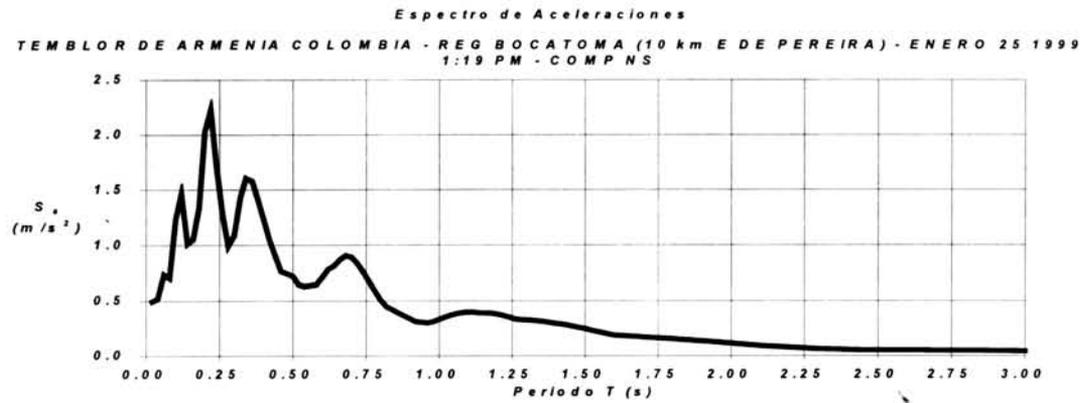
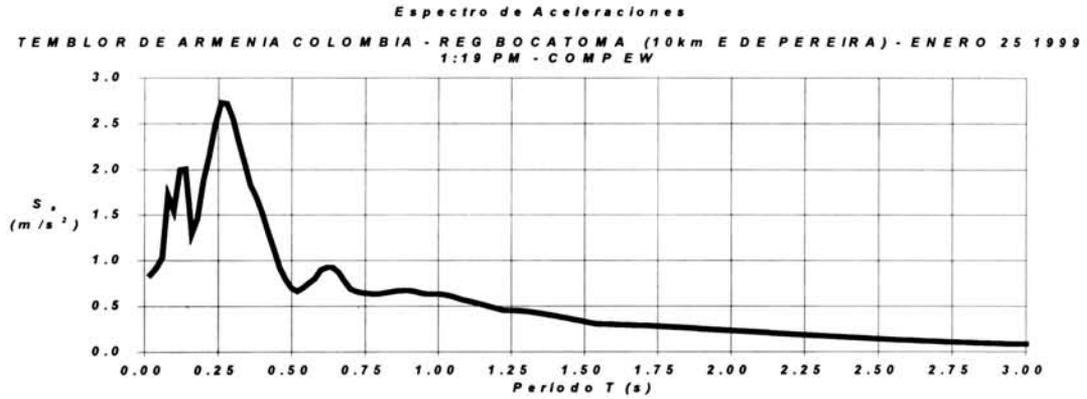


Fig 5. Espectros de respuesta de aceleraciones para los registros de la estación Bocatoma

De los daños en las edificaciones se pudo deducir que la amplificación del sismo fue alta no solamente por la presencia de rellenos artificiales y suelos blandos de origen volcánico, sino también debido a las formas topográficas del terreno (fotos 1 y 2). En la parte superior de las colinas de la ciudad de Armenia, como de otras poblaciones menores, los valores de aceleración pudieron superar los registrados en los instrumentos de movimiento fuerte.



*Foto 1
Destrucción del Barrio Brasilia
localizado sobre una colina
(Ingeominas)*



*Foto 2
Colapso de edificio moderno en la zona norte
de Armenia (Ingeominas)*

Sismicidad y amenaza sísmica

Esta zona ha sido afectada frecuentemente por terremotos que han causado daños. Durante el presente siglo, en Armenia, se recuerdan los sismos de 1938, 1961 ($M_s = 6.7$, a 175 kilómetros de profundidad, cuyo epicentro fue muy cercano a la ciudad), 1962 y 1979 ($M_s = 6.5$ a 105 kilómetros de profundidad). Durante los años noventa, se han registrado al menos siete eventos con magnitudes mayores a $M_s = 5.0$ y cuyas profundidades superan los 100 kilómetros; incluso, en 1997 se registraron sismos de $M_s = 6.2$ y $M_s = 7.2$, cuya profundidad supera los 200 kilómetros. Estos sismos se han asociado comúnmente con el fenómeno de subducción de la placa de Nazca y Sudamérica en la zona de Benioff; sin embargo, los sismos que mayores daños han causado en Colombia en los últimos años han sido sismos superficiales o generados en fallas corticales, como el sismo de Popayán de $M_s = 5.5$, en 1983, el del Atrato Medio o Murindó, de $M_L = 7.2$, en 1992, el de Páez de $M_s = 6.4$, en 1994, el de Tauramena de $M_s = 6.2$, en 1995, y este último, que ha sido el que ha causado más daños en Colombia durante el presente siglo. El Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia indica que las ciudades del Manizales, Pereira y Armenia, que conforman el eje cafetero, se encuentran en zona de amenaza sísmica alta. El valor estimado de aceleración en el basamento rocoso para el diseño sismorresistente de edificaciones es de 0.25 g; valor cuya probabilidad de excedencia es del 10 % en 50 años.

EFFECTOS DEL TERREMOTO

Impacto social y económico

Las cifras de pérdidas indican que 1,230 personas perdieron la vida y que se atendieron 5,300 heridos en los hospitales. El número de afectados se calcula en 200,000, que perdieron su vivienda y sus espacios de trabajo. El terremoto causó daños a cerca de 50,000 edificaciones en la zona cafetera, lo que puede estimarse que significa una pérdida económica directa, sin incluir pérdidas en el comercio y la industria, de cerca de US\$ 1,800 millones de dólares (US\$ 1.8 billones). El impacto total del sismo puede ser del orden del 1.5 % del PIB del país, el cual tuvo un crecimiento económico de sólo el 0.2 % en 1998, considerado el peor en los últimos 57 años. Este terremoto afectó gravemente una de las zonas más prosperas de Colombia, que más tributa al tesoro nacional, no obstante que desde hace varios años se encuentra en una grave crisis económica, debido al desequilibrio de la economía del café a nivel internacional.

De las edificaciones afectadas, se estima que sólo 18,000 estaban cubiertas por seguros, que en su mayoría cubrían sólo el 72 % del valor de la edificación, dado que en muchos casos existía un coaseguro con el propietario. Estas edificaciones corresponden en su mayoría a viviendas con deuda hipotecaria. En el sector agrícola del café, el impacto se calcula que pudo involucrar 8,000 edificaciones, lo que compromete el futuro cercano de la producción cafetera.

Daños en edificaciones

Los daños se concentraron en edificaciones antiguas, en edificios de mampostería no reforzada ni confinada con elementos de concreto reforzado y en edificios diseñados y construidos antes de la expedición del primer código nacional de construcciones sismorresistentes (fotos 3 a 9). Este primer reglamento se expidió en 1984 con fuerza de ley en todo el territorio nacional, como herencia positiva del terremoto que afectó a la ciudad de Popayán en 1983. La mayoría de las edificaciones modernas, construidas con normas sismorresistentes presentaron sólo daños en elementos no estructurales, tales como muros, tabiques divisorios, cielorrasos, acabados arquitectónicos, etc. Sin embargo, este tipo de daño se esperaba en caso de un sismo fuerte, razón por la cual en 1997 la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica logró que el Congreso de la República aprobara una nueva ley para actualizar el reglamento de 1984. La nueva norma de diseño y construcción sismorresistente, NSR-98, tuvo en cuenta la necesidad de restringir aun más los desplazamientos horizontales o derivas de las estructuras para proteger los acabados, el diseño de los elementos no estructurales y la obligatoriedad de evaluar la vulnerabilidad sísmica y la rehabilitación y refuerzo sismorresistente de las edificaciones indispensables. En consecuencia, la norma vigente no ha tenido que ajustarse en lo dispuesto en su reglamento, aunque sí se desarrollaron disposiciones complementarias relativas a la manera cómo deben expedirse los permisos de reparación y los requisitos técnicos y legales que se deben cumplir para la rehabilitación y refuerzo de estructuras afectadas por terremoto.



*Foto 3
Edificación de mampostería no
reforzada gravemente afectada
(Cardona)*

En general, muchas edificaciones del centro de la ciudad de Armenia y un número importante de la ciudad de Pereira tuvieron daños estructurales severos debido a la mala calidad de los materiales y debido al mal diseño y a la mala construcción; típica antes de la vigencia de las normas sismorresistentes. Las dimensiones insuficientes de los elementos estructurales y la falta de confinamiento mediante acero transversal tanto en columnas y



Foto 4
Colapso de edificación de
mampostería no reforzada ni
confinada (Cardona)



Foto 5
Colapso de edificación
antigua construida sin
requisitos
sismorresistentes
(Cardona)



Foto 6
Colapso parcial de edificio con
tanque superior de grandes
dimensiones (Cardona)



Fotos 7, 8 y 9
Secuencia de colapso de edificio moderno
durante la réplica de las 5:40 p.m.

vigas facilitó la ocurrencia de fallas por esfuerzo cortante y en algunos casos fue la causa del colapso total o parcial de las edificaciones (fotos 10 a 15). Por otra parte, las edificaciones tradicionales locales construidas mediante una tecnología empírica denominada “bahareque de guadua” (bambú), a las cuales en el siglo pasado los primeros pobladores de la zona le llamaron “estilo temblorero”, tuvieron un buen comportamiento (fotos 16 y 17). Sin embargo, algunas de estas edificaciones, de la que ha sido considerada una cultura sísmica local, colapsaron o perdieron sus cubiertas debido a su mal mantenimiento o debido a que a lo largo de los años fueron “contaminadas” con muros de mampostería no reforzada al interior o en sus fachadas. Al colapsar los muros de mampostería por falta de estabilidad, amarre y resistencia, indujeron el colapso total de la edificación. No obstante, de acuerdo con los datos obtenidos durante la atención de la emergencia estas edificaciones causaron la menor cantidad de lesionados debido a su bajo peso.



*Foto 10
Falla de nudos de unión
viga-columna por falta de
refuerzo trasversal
(Cardona)*

Daños en edificaciones esenciales

Las estructuras de un amplio número de escuelas y colegios fueron fuertemente afectadas. Se estima que cerca del 80 % de las edificaciones educativas de la zona sufrieron daños moderados a severos (foto 18). Varias instalaciones de la salud de las poblaciones pequeñas tuvieron daños graves y el hospital principal de Armenia tuvo que ser clausurado parcialmente por daños no estructurales que impidieron su funcionamiento. Es importante anotar que dicho hospital estaba en proceso de refuerzo sismorresistente, pero aun no había sido terminada la intervención de su estructura. El edificio principal de la Policía Nacional y del Departamento de Bomberos colapsaron, causando la muerte a un número importante de policías y bomberos; personal fundamental para la respuesta ante la emergencia (fotos 19 y 20). La mayoría de las iglesias de la ciudad y de los pueblos alrededor de la zona epicentral tuvieron graves daños y algunas las cubiertas colapsaron totalmente (foto 21).



Foto 11
Falla de columna por falta de confinamiento
(Cardona)

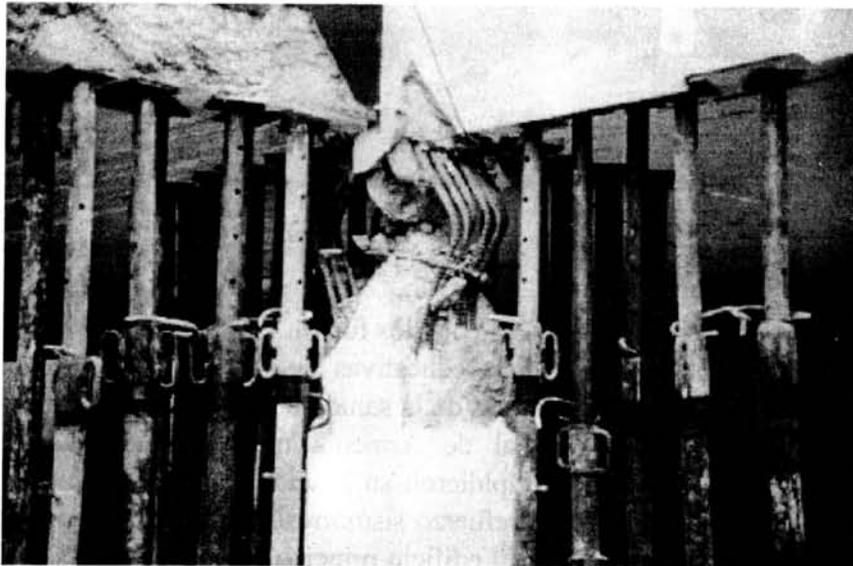


Foto 12
Falla frágil de columna por falta de refuerzo
transversal adecuado (Cardona)



Foto 13
Daño en columna por mal detallado
del refuerzo (Cardona)



Foto 14
Efecto de columna corta por interacción adversa
de muros de mampostería (Cardona)



Foto 15
Caída de muros de tabiquería de fachada por
flexibilidad de la estructura (Cardona)



Foto 16
Edificación de bahareque de guadua (bambú),
"estilo temblorero" (Cardona)



Foto 17
Edificación de guadua, de buen
comportamiento sismorresistente (Cardona)



Foto 18
Colapso parcial de edificación del sector educativo por columnas cortas (Cardona)



Foto 19
Edificio antiguo de la Policía en el cual perdieron la vida varios agentes (Cardona)

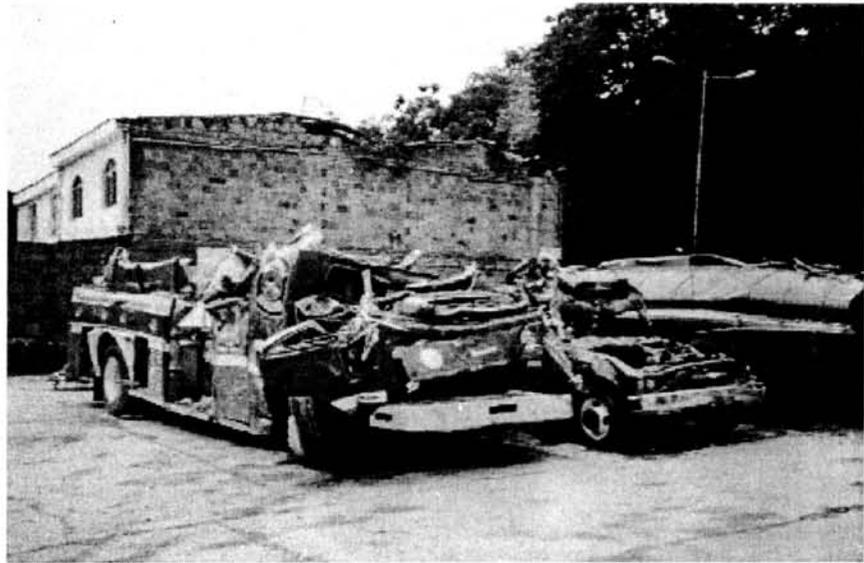


Foto 20
Estado en que quedaron las
"máquinas" de bomberos
después del colapso
(Cardona)



Foto 21
Daños severos en la Iglesia
del corregimiento de Barcelona (Cardona)

Daños en líneas vitales

Los servicios públicos en la mayoría de las poblaciones del área fueron gravemente afectados. La ciudad de Armenia permaneció durante varios días sin agua potable, sin energía y teléfonos en la zona centro y sur de la ciudad. Igualmente, durante semanas estuvo restringido el paso por muchas de las vías y calles, debido a los escombros y a la necesidad de llevar a cabo la demolición de cientos de edificaciones. El terremoto causó un número significativo de deslizamientos en las vías que conectan a Armenia con el resto del país. Muchos de ellos no superaron los 50 m³ y algunos pocos llegaron a ser del orden de 500 m³ o más. Sin embargo, esta situación complicó notablemente la llegada de la ayuda externa por tierra a la zona de desastre. El aeropuerto de Armenia sufrió daños en la estructura del terminal; sin embargo, rápidamente fue habilitado dado que la pista no sufrió daños que comprometieran su funcionamiento. En la ciudad de Pereira la suspensión de los servicios públicos fue transitoria.

RESPUESTA A LA EMERGENCIA

Reacción interinstitucional

Una vez localizado el terremoto por la Red Sismológica Nacional, se activó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres; sistema descentralizado interinstitucional creado por el Gobierno de Colombia posteriormente al desastre de Armero en 1985 (erupción volcánica del Nevado del Ruiz). Los Comités Locales para la Prevención y Atención de Desastres en cada municipio de la zona reaccionaron de acuerdo con sus capacidades. En la ciudad de Pereira, que había sido afectada gravemente por otro terremoto en febrero de 1995, la reacción de las instituciones locales lideradas por el alcalde de la ciudad fue eficiente y acertada, no obstante la gravedad de la crisis. Su programa de mitigación de riesgo sísmico, que desde hace varios años ha sido impulsado en esa ciudad, demostró ser un importante avance comparativamente con otras ciudades, como Armenia, donde no existía un estudio de microzonificación sísmica ni un plan de preparativos para la respuesta en caso de terremoto. Adicionalmente, la magnitud del desastre en la ciudad de Armenia fue tal que, tanto el Comité Local como el Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres fueron superados por la emergencia, teniendo que actuar el nivel nacional de acuerdo con los procedimientos establecidos dentro del sistema de respuesta interinstitucional. El Presidente de la República y sus ministros directamente dirigieron el manejo de la crisis, para lo cual se trasladaron a la ciudad de Armenia dos días después de ocurrido el desastre. Las instituciones técnicas y científicas, particularmente las que conforman las Comisiones Asesoras de Riesgo Sísmico y Volcánico y del Régimen de Construcciones Simorresistentes, y los organismos operativos nacionales y de otras zonas del país, como la Cruz Roja, La Defensa Civil, los Bomberos y el sector salud respondieron satisfactoriamente, activando su planes internos de contingencia y emergencia.

Debilidades en la coordinación

Debido a su debilitamiento técnico, político y financiero, la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (trasladada de la Presidencia de la República al Ministerio del Interior varios años atrás), no logró convocar y coordinar debidamente las instituciones del orden nacional, ni seguir los procedimientos preestablecidos del plan de emergencias. Esto indujo a que el Presidente de la República llamara a otras entidades que hasta entonces no habían tenido que ver con emergencias, como la Red de Solidaridad Social, teniendo que improvisar y manejar la crisis de manera intuitiva. A pesar de la buena intención del Presidente de la República y de la Primera Dama de la Nación, quien convocó la solidaridad nacional como internacional, se perdió el control del orden público por falta de efectividad en el transporte, almacenamiento y entrega de víveres, y se cometieron errores que ya habían sido superados en el pasado en la respuesta de otras emergencias. El Presidente de la República creó mediante un decreto con fuerza de ley un fondo para la reconstrucción de la zona y encargó personas del sector privado para su manejo, desconociendo la organización interinstitucional del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, el cual por ley es también responsable de la rehabilitación y reconstrucción posdesastre. En la actualidad se hacen esfuerzos para conciliar esta dicotomía, tratando de concertar las acciones del nuevo “aparato” o esquema institucional con las instituciones del Estado a nivel municipal, regional y nacional que conforman el Sistema Nacional establecido en 1989.

Programa de reconstrucción

Un día después de ocurrido el terremoto, el Presidente de la República declaró el estado de desastre con el fin de activar medidas excepcionales para la atención de la emergencia y con el propósito de activar un plan de acción de atención, rehabilitación y reconstrucción posdesastre, de acuerdo con la legislación colombiana. Posteriormente, invocando el artículo 215 de la Constitución Política, declaró el estado de emergencia por grave calamidad pública, y expidió decretos con fuerza de ley con los cuales creó un fondo para la reconstrucción de la zona y definió medidas para facilitar a los afectados créditos blandos subsidiados para reconstrucción y rehabilitación de edificaciones. Al plan de reconstrucción, en primera fase, se le apropiaron US\$ 360 millones de dólares del presupuesto nacional, créditos externos con la banca multilateral y la redestinación de créditos contratados con el BID y el BIRF para la reconstrucción. Actualmente, en el Congreso de la República cursa un proyecto de ley cuyo objetivo es la generación de incentivos tributarios y créditos blandos y a largo plazo para la reactivación económica de los municipios afectados de la zona cafetera.

ENSEÑANZAS

Del desastre de Armenia en Colombia, quedan varias enseñanzas importantes para la ingeniería sísmica y la prevención de desastres:

- Se comprobó el peligro que representa para una ciudad contar con un inventario de edificaciones frágiles de mampostería no reforzada de ladrillo y de edificaciones de

concreto reforzado con estructuras deficientes en dimensiones y en acero de refuerzo, que no cumplen requisitos mínimos de sismorresistencia.

- Se ratificó que la interacción adversa de elementos no estructurales con las estructuras es la causa de graves daños y que incluso puede causar el colapso de las edificaciones. Fueron evidentes los efectos de “columna corta”, la torsión por la excentricidad de rigidez causada por la disposición asimétrica de muros de tabiquería y el mal comportamiento de edificios de formas irregulares.
- Los principales daños en las estructuras de concreto reforzado se presentaron por esfuerzo cortante, debido al deficiente detallado del refuerzo y la falta de acero transversal y de confinamiento del concreto en los elementos estructurales. Las fallas fueron de tipo frágil, lo que demostró una deficiente capacidad de disipación a absorción de energía inelástica.
- Se demostró nuevamente el beneficio del diseño y construcción con normas sismorresistentes de acuerdo con el estado actual del arte y el conocimiento, lo que no solamente significa la protección de la vida sino también del patrimonio de los ciudadanos.
- Se ratificó la necesidad de reforzar las edificaciones indispensables o esenciales para la comunidad en caso de desastre. Hospitales, departamentos de bomberos y, en general, las edificaciones de atención a la comunidad existentes, deben ser evaluadas y rehabilitadas desde el punto de vista sismorresistente.
- Se pudo constatar la importancia que tiene el redescubrimiento y mantenimiento de la cultura sísmica local, desarrollada en este caso a través de las edificaciones tradicionales de bambú que desde el siglo pasado constituyeron una tecnología de construcción que evolucionó y se perfeccionó motivada por el interés de la comunidad de enfrentar los terremotos.
- Se demostró la necesidad de contar con una capacidad local para responder en caso de emergencia. Las administraciones locales deben contar siempre con un Comité Local de Prevención y Atención de Desastres fortalecido y debidamente liderado por la autoridad política de cada municipio.
- Se ratificó la importancia de contar, a nivel de las ciudades, con programas interinstitucionales de mitigación de riesgos que involucren aspectos técnicos, de planificación, de educación, información pública y de preparativos para atender emergencias.
- Aunque la respuesta interinstitucional en caso de emergencia debe iniciarse de abajo hacia arriba, empezando por la reacción del nivel local y posteriormente por la del nivel regional, en caso de tratarse de un desastre muy severo que supere la capacidad local y regional, es fundamental contar con una adecuada coordinación y capacidad de respuesta nacional, que en este caso fue puesta a prueba, demostrando su debilidad técnica y operativa actual.

- Se pudo ratificar la necesidad de fortalecer, en este caso, la Dirección Nacional para la prevención y Atención de Desastres, la cual debe volver a contar con la capacidad técnica y de convocatoria que tuvo varios años atrás. Dicha dependencia de coordinación debe ser parte de nuevo de la Presidencia de la República en donde fue creada originalmente.

AGRADECIMIENTO

Este documento se realizó con base en la experiencia directa de participar en las operaciones de apoyo a la zona afectada coordinadas desde Bogotá por diferentes instituciones. La mayor parte de la información aquí consignada ha sido suministrada por el Ingeominas (<http://www.ingemin.gov.co>), el Observatorio Sismológico del Sur Occidente OSSO (<http://osso.colombianet.net/sismo01251999>), el Ministerio de Desarrollo, la Universidad de los Andes, Harvard Seismology y el USGS-NEIC. Especial reconocimiento se desea expresar a los sismólogos Luis Alberto Rivera del Instituto y Observatorio de Física de la Tierra en Estrasburgo, David Novelo del Instituto de Geofísica de la UNAM en México, a los Ingenieros Ana Campos García, Luis Enrique García Reyes, Leonardo Cano y Alfredo Taboada, y al amplio número de ingenieros de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica de todo el país que apoyaron a los ingenieros y arquitectos locales en el proceso de evaluación de daños en la zona.